

# 骨搬运技术治疗下肢长骨干慢性骨髓炎伴骨缺损术后骨性愈合不良的原因分析及对策

刘亦杨, 沈立锋, 张春, 郭峭峰, 林炳远, 黄凯, 张展  
(浙江省立同德医院骨科, 浙江 杭州 310012)

**【摘要】** 目的: 探讨骨搬运技术治疗下肢长骨干慢性骨髓炎伴骨缺损术后出现骨性愈合不良的原因及其相应对策。方法: 回顾性分析 2012 年 6 月至 2015 年 12 月采用骨搬运技术治疗的 38 例下肢长骨干慢性骨髓炎伴骨缺损患者的临床资料, 男 23 例, 女 15 例; 年龄 20~56 岁, 平均 36.5 岁; 股骨 5 例, 胫骨 33 例; 受伤至骨搬运时间 2~19 个月, 平均 7.4 个月; 骨缺损长度 4~12 cm, 平均 7.3 cm; 术后均经过 1 周“待机期”开始骨搬运, 搬运方向由近端向远端 30 例, 由远端向近端 3 例, 双向搬运 5 例; 并及时调整力线及骨搬运速度, 患者坚持负重。定期随访, 拍摄 X 线片, 观察是否存在搬运间隙矿化成骨不良, 对合端不愈合以及再发骨折等并发症; 并采用 Paley 评分标准进行临床评价。结果: 38 例获得随访, 时间 12~36 个月, 平均 23.1 个月。骨髓炎无复发, 但出现多种骨性愈合不良相关的并发症, 其中骨搬运过程中发生搬运间隙矿化成骨不良 3 例, 对合端不愈合 17 例, 发生搬运间隙骨折 5 例, 尚未拆除外固定架时发生骨折 1 例, 拆除外固定架后发生骨折 4 例。带架时间 9~27 个月, 平均 16.3 个月; 外固定指数为 1.7~2.7 个月/cm, 平均 2.24 个月/cm; 根据 Paley 评分标准评定疗效: 骨性结果优 12 例, 良 16 例, 中 3 例, 差 7 例; 功能结果优 14 例, 良 18 例, 中 3 例, 差 3 例。结论: 骨搬运技术有效解决了长骨干骨髓炎伴大段骨缺损的临床难题, 但治疗周期长, 对预后的影响因素多。因此, 应严格适应证选择, 同时应细致操作, 全程监控, 及时随访, 并积极指导患者相应的预防策略, 以期得到更满意的临床疗效。

**【关键词】** 骨髓炎; 骨折, 不愈合; 下肢骨; 骨干  
DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2018.06.014

**Causes and strategies for postoperative bone nonunion after bone transport of lower limb bone of chronic osteomyelitis with bone defect** LIU Yi-yang, SHEN Li-feng, ZHANG Chun, GUO Qiao-feng, LIN Bing-yuan, HUANG Kai, and ZHANG Zhan. Department of Orthopaedics, Tongde Hospital of Zhejiang Province, Hangzhou 310012, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To explore causes and strategies for postoperative bone nonunion after bone transport of lower limb bone of chronic osteomyelitis with bone defect. **Methods:** From June 2012 to December 2015, clinical data of 38 patients with lower limb bone of chronic osteomyelitis with bone defect were retrospectively analyzed, including 23 males and 15 females aged from 20 to 56 years old with an average of 36.5 years old; 5 cases occurred on 5 femoral osteomyelitis and 33 cases were tibial; the time from injury to bone transport ranged from 2 to 19 months with an average of 7.4 months; the distance of bone defect ranged from 4 to 12 cm with an average of 7.3 cm. Bone transport were performed at 1 week later after operations, and transport directions were from near-end to far-end for 30 cases, from far-end to near-end for 3 cases and bidirectional transport for another 5 cases. The alignment and transport speed were adjusted and weight-bearing was encouraged. Regular follow-up was performed and X-ray films were taken to observe complications such as poor mineralization in transport gaps, nonunion of docking sites, and recurrent fracture. Paley scoring was used to evaluate clinical effects. **Results:** All patients were followed up for 12 to 36 months with an average of 23.1 months. No recurrence of osteomyelitis, but multiple complications associated with poor bony healing occurred. In the process of bone transport, 3 cases occurred poor mineralization in transport gaps, 17 cases occurred ununion of docking sites, 5 cases suffered fracture gap, 1 case occurred fracture without remove of external fixation, and 4 cases occurred fracture after remove of external fixation. The time of taken fixation ranged from 9 to 27 months with an average of 16.3 months; index of external fixation ranged from 1.7 to 2.7 months/cm with an average of 2.24 months/cm. According to Paley's scoring, bony results showed 12 cases excellent, 16 good, 3 moderate and 7 poor; and functional results showed 14 cases excellent, 18 good, 3 moderate and 3 poor. **Conclusion:** Bone transport technique could effectively solve clinical problems of long bone osteomyelitis with bone defect. However, long treatment period influence prognosis. Therefore, indications should be chosen strict, and operations should be precise and accurate, also monitored across whole process and fol-

lowed up in time. Doctors should be actively guide corresponding prevention strategies.

**KEYWORDS** Osteomyelitis; Fracture, ununited; Bones of lower extremity; Diaphyses

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(6):556-561 www.zggszz.com

目前高能量损伤导致的开放性骨折以及由此引发的慢性骨髓炎已成为创伤骨科医生所面临的重大课题。我院自 2012 年 6 月至 2015 年 12 月采用骨搬运技术治疗股骨、胫骨创伤性慢性骨髓炎合并节段性骨缺损患者 38 例,虽然所有患者最终取得了基本满意的疗效,但治疗过程中出现诸如搬运间隙矿化成骨不良、对合端不愈合以及新发骨折等骨性愈合相关的并发症,现予以总结及分析,报告如下。

## 1 临床资料

**纳入标准:**年龄 18~60 岁的胫骨、股骨创伤性慢性骨髓炎患者;清创后节段性骨缺损 >3 cm,或术前 CT 及 MRI 明确病灶范围并可预计术中清创后残留节段性缺损 >3 cm 者;一般情况良好,无明显手术禁忌证;无金属过敏;具备良好的依从性及生活自理能力者;截止 2017 年 1 月已拆除外固定装置,可自行负重行走者。**排除标准:**非创伤性慢性骨髓炎(如血源性骨髓炎等)患者;清创后节段性骨缺损 <3 cm,或术前 CT 及 MRI 明确病灶范围并可预计术中清创后残留节段性缺损 <3 cm 者;截止 2017 年 1 月尚未拆除外固定装置,或已拆除外固定架,但尚不能完全自行负重行走者。

本研究共纳入 38 例,其中男 23 例,女 15 例;年龄 20~56 岁,平均 36.5 岁;股骨 5 例,左侧 2 例,右侧 3 例;胫骨 33 例,左侧 15 例,右侧 18 例。交通伤 21 例,压砸伤 6 例,高处坠落伤 11 例;均为开放性骨折,Gustilo 等<sup>[1]</sup>分型:I 型 6 例,II 型 7 例,III A 型 9 例,III B 型 13 例,III C 型 3 例。初次手术骨折钢板内固定 6 例,髓内钉内固定 3 例,外固定架固定 29 例;既往手术次数 3~8 次,平均 5.3 次,包括骨折固定、反复清创、(肌)皮瓣修复创面等。受伤至骨搬运时间 2~19 个月,平均 7.4 个月。术前常规创面或窦道细菌培养,金黄色葡萄球菌 10 例,表面葡萄球菌 2 例,铜绿假单胞菌 4 例,鲍曼不动杆菌 4 例,粪肠球菌 3 例,屎肠球菌 1 例,阴沟肠杆菌 4 例,细菌培养阴性 10 例。8 例先行清创,同时予创面封闭负压引流(vacuum sealing drainage, VSD)待创面软组织条件改善后行骨搬运手术;30 例同期行彻底清创,并安装外固定架行骨搬运术。骨缺损长度 4~12 cm,平均 7.3 cm;合并病灶周围软组织缺损 6 例。

## 2 治疗方法

### 2.1 手术方法

采用腰硬联合麻醉或全身麻醉。彻底清创,清除所有感染、坏死组织,以线锯将病灶骨段切下,常规

送病检。安装外固定架前,通常先用 1 块预先准备的直形钢板桥接病灶两端骨质,以维持长骨干力线,防止安装外固定架时发生旋转及成角畸形。股骨骨髓炎均以 Orthofix 外固定架于大腿外侧固定,远近端分别打入 3 枚固定针,搬运骨块以 2 枚固定针与滑动元件连接。胫骨骨髓炎均以 Ilizarov 环形外固定架固定。通常在胫骨近端安装 C 形环及全环各 1 个,分别位于胫骨结节上下平面,远端安装 2 个全环,尽可能贴近胫骨远端关节面,胫骨中段搬运骨块以 1 个全环并 1 枚单钉双皮质固定,确认小腿各环之间相互平行,外固定架轴线与胫骨轴线共线。各环均以直径 2 mm 交叉克氏针固定,各克氏针均通过钢针拉力器拉紧,采用骨膜外用线锯截骨。搬运方向由近端向远端 30 例,由远端向近端 3 例,对于骨干中段缺损 ≥7 cm,且远近端还有足够空间进行截骨和固定的 5 例,采用双向骨搬运,以缩短治疗时间。截骨并旋紧外固定架各固定螺母后,拆除临时固定的钢板,创面空腔内常规放置载万古霉素及庆大霉素硫酸钙人工骨颗粒,闭合创面,并采用“牛鼻子”技术予以贯通引流。

### 2.2 术后处理

术后第 2 天常规拍摄 X 线片。根据药敏结果选用敏感抗生素静脉用药 4~6 周,定期复查血常规、血沉及超敏 C 反应蛋白,各项指标正常后停用。创面无明显渗出后拔除贯通引流的皮管。所有患者经过 1 周“待机期”后,每日以每 4 次 1 mm 的速率开始骨搬运。1 周后拍摄 X 线片,之后每月定时摄片,观察骨搬运及新生骨矿化情况,并及时调整力线及搬运速度,必要时应用“手风琴技术”(交替牵拉、压缩的方法)促进局部矿化。期间考虑疼痛因素,可增加调节频率,减少每次延长的长度,每日以每次 1 mm 延长,或放缓延长速度,以 0.5 mm/d 分 4 次完成。注意钉道护理,鼓励患者坚持保护下负重及邻近关节主动屈伸活动锻炼。当搬运间隙矿化成骨、对合端愈合后,拆除外固定架,计算外固定指数(external fixation index, EFI)<sup>[2]</sup>[带架时间(月)/延长长度(cm)],并根据 Paley 等<sup>[2]</sup>标准进行结果评定;同时予夹板保护下负重,1 个月后拆除夹板,逐渐完全负重行走。

## 3 结果

38 例患者获得随访,时间 12~36 个月,平均 23.1 个月。骨髓炎无复发,但治疗过程中出现诸如搬运间隙矿化不良、对合端不愈合以及新发骨折等骨性愈合相关的并发症。其中胫骨骨搬运间隙矿化不

良 3 例,均采用“手风琴技术”最终获得满意矿化。因对合端局部软组织下陷嵌顿致不愈合 3 例,以 1.0 mm 克氏针经皮穿针悬吊后,继续骨搬移,并采用“手风琴”技术,2 例获得自然愈合,1 例断端硬化不愈合。胫骨发生轴向偏移致对合端不愈合 2 例。单纯因两端骨质硬化造成不愈合 12 例(股骨 2 例,胫骨 10 例)。均拆除外固定架,对合端自体髂骨植骨,6 例(股骨 2 例,胫骨 4 例)更换内固定,8 例采用锁定加压钢板(locking compression plate, LCP)外固定,取得骨性愈合。发生搬移间隙骨折 5 例,其中 4 例由近端向远端搬移(胫骨 3 例,股骨 1 例),发生于拆除外固定架后,骨折部位均位于搬移间隙的最近端;1 例胫骨双向骨搬移患者在带架动力化过程中发生远侧搬移间隙最远端骨折。4 例胫骨骨折均予以自体髂骨植骨, LCP 外固定,术中取搬移间隙骨性结构病检,结果提示“纤维血管组织增生,伴见骨小梁及少量软骨样组织”或“增生纤维组织中间包绕骨母细胞的编织骨”。1 例股骨骨折无明显移位,患侧膝关节屈曲活动 $<30^\circ$ ,且患者拒绝手术,故予石膏制动,最终膝关节活动度基本丧失。5 例经治疗均获得骨性愈合。38 例带架时间 9~27 个月,平均 16.3 个月;EFI 为 1.7~2.7 个月/cm,平均 2.24 个月/cm。根据 Paley 等<sup>[2]</sup>标准评定临床疗效:(1)骨性标准基于以下 4 点:①骨性愈合;②无感染;③畸形 $<7^\circ$ ;④下肢长度的恢复 $<2.5$  cm。优,骨性愈合,没有感染,成角畸形 $<7^\circ$ ,胫骨长度差异 $<2.5$  cm;良,骨性愈合+②③④中任意 2 项;中,骨性愈合+②③④中任意 1 项;差,骨不连或骨折或不合②③④中任意 1 项。(2)功能标准基于以下 5 点:①跛行;②马蹄足畸形;③软组织状况(皮肤过敏、足底皮肤感觉、压疮);④疼痛;⑤日常活动能力。优,恢复日常活动能力,且不含有①②③④中任何 1 项;良,恢复日常活动能力,含有①②③④中的 1 项或 2 项;中,恢复日常活动能力,含有①②③④中的 3 项或 4 项或截肢;差,无法恢复日常活动能力,不论其他几项因素结果如何。本组骨性结果优 12 例,良 16 例,中 3 例,差 7 例;功能结果优 14 例,良 18 例,中 3 例,差 3 例。典型病例见图 1。

#### 4 讨论

骨搬移技术有效解决了骨感染病灶清创后节段性骨缺损重建的难题<sup>[3]</sup>。虽然目前认为应用骨搬移技术治疗的骨愈合速度、治疗时间、手术创伤及并发症发生情况等均优于传统治疗,但结合临床实际并回顾相关文献发现,骨搬移术后并发症发生率高<sup>[4-7]</sup>。其中骨性愈合不良相关的并发症主要包括:对合端不愈合,治疗过程中及拆除外固定架后发生骨折,搬移间隙矿化成骨不良,骨搬移过程中的轴向

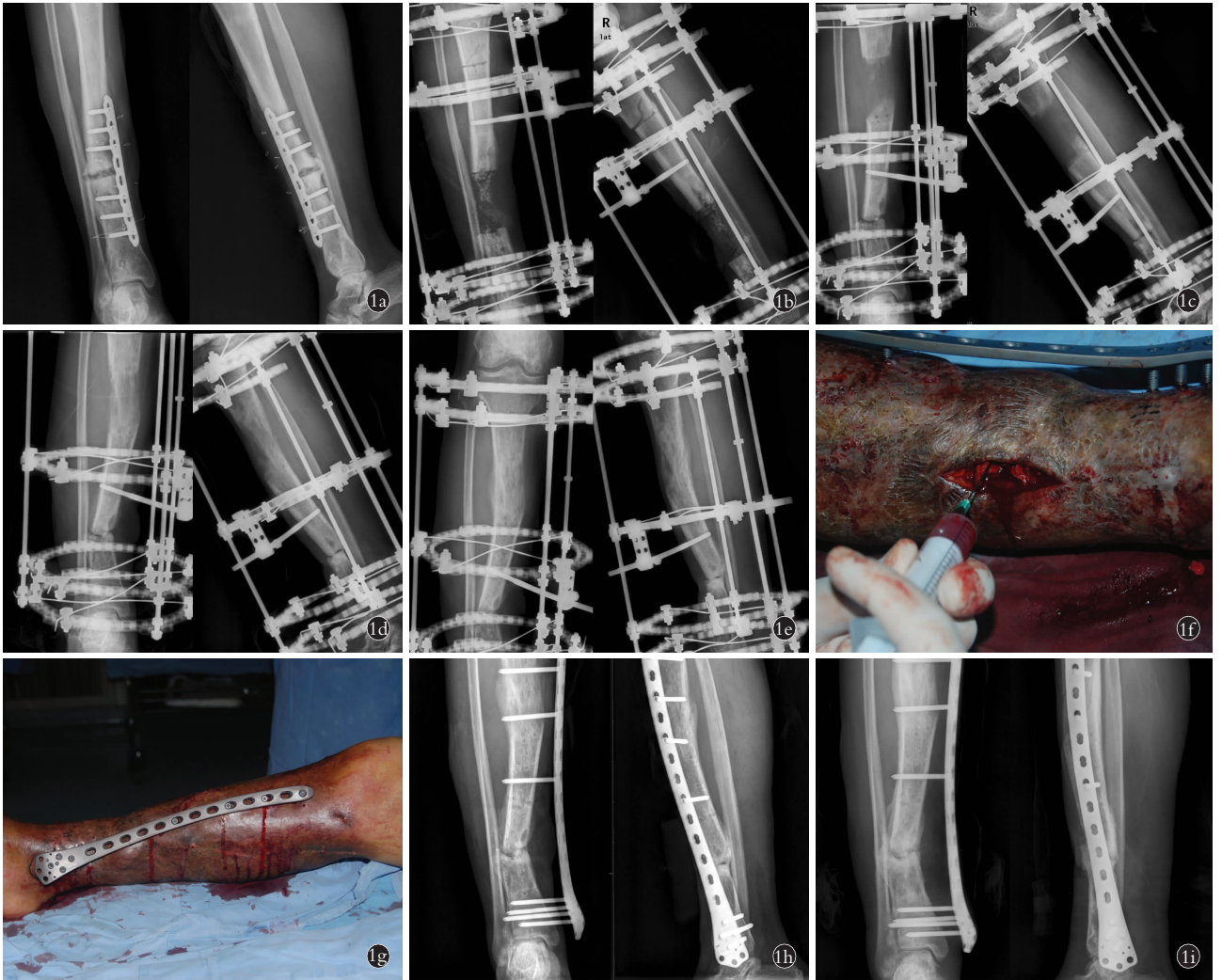
偏移等。

#### 4.1 对合端不愈合

对合端愈合与否是骨搬移治疗周期长短的关键<sup>[7]</sup>,然而骨搬移的对合端多不能自然愈合<sup>[5]</sup>,这又被认为是骨搬移的主要并发症<sup>[8]</sup>,其临床发生率报道差异较大<sup>[4-9]</sup>。

**4.1.1 力学因素** 长期外固定架固定造成的应力遮挡使骨干皮质发生松质骨化,并影响对合端的骨性愈合<sup>[5]</sup>。因此,治疗过程中必须鼓励患者积极负重活动,增加断端的应力刺激,使得骨缺损两端处于微小的不间断移动压缩状态,有利于成骨<sup>[5]</sup>。并且应及时矫正力线,尽可能保证术肢轴向负重。本组 38 例均负重行走,且在对合端会师后采取“手风琴技术”进一步促进骨性愈合。经过以上方法,一部分患者可以到达自然愈合,然而仍有部分患者需要进一步手术处理。对于对合端是否植骨争议较大<sup>[4,6-7,10]</sup>,柴明祥等<sup>[5]</sup>认为,可先通过增加生理加压、物理应力以及“手风琴技术”观察,必要时可重复“手风琴技术”,经过 3~5 个月如仍无效再行植骨。本组 38 例中,12 例经上述方法治疗无效,发生单纯因对合端骨质硬化导致不愈合,均采用对合端自体髂骨植骨,并以跨越搬移间隙的长 LCP 内固定或外固定,断端加压,术后保护下负重,均取得骨性愈合。因此,在肯定局部加压、机械应力刺激以及“手风琴技术”疗效的同时,当明确对合端骨质已硬化时,不必拘泥于上述方法的时间长短,而应积极植骨并更换固定方式,以期对合端尽早愈合,从而缩短治疗周期。

**4.1.2 轴向偏移** 由于节段性骨缺损的存在,且目前术中对于力线评估、外固定架安放位置以及固定针的穿针角度选择,尚无统一和客观的标准,基本是凭借术者的经验进行操作,故在骨搬移的过程中容易出现轴向偏移,进而导致对合端完全错位或因对合端接触面积过小造成不愈合。有学者<sup>[9]</sup>提出在安装外固定时辅助插入髓内钉以保持搬移骨段的对线,但考虑到髓内固定在骨髓炎患者中的风险及不确定性,笔者在术中常规用 1 块预先准备的直形钢板桥接病灶两端骨质,以维持肢体基本长度和力线,再安装外固定架。此方法虽可以在一定程度上预防搬移骨段的旋转及成角,但仍有 2 例胫骨骨搬移患者出现轴向偏移。因此,如何有效地尽可能保持对线,是一个亟待解决的问题。一旦发生轴向偏移,仅能够通过调整双皮质固定在搬移骨块上的单钉对成角畸形及侧方移位进行极有限的调整,对已发生较大程度的轴向偏移则无特别积极作用。对于因轴向偏移引起的对合端不愈合,通常需积极手术治疗以获得满意的骨性愈合。



**图 1** 患者,男,39 岁,右胫骨骨髓炎 **1a**. 术前正侧位 X 线片示胫骨下段骨质硬化,密度不均匀,断端骨质缺损,周围可见骨痂 **1b**. 扩创,骨搬运,载抗生素人工骨植骨术后正侧位 X 线片示胫骨节段性骨缺损长度 7 cm **1c**. 术后 3 个月正侧位 X 线片示搬运骨段与远端会师 **1d**. 术后 7 个月正侧位 X 线片示搬运间隙呈云雾状改变,局部矿化良好,但搬运骨段与远近端出现 12° 成角畸形,对合端见明显透亮影,无骨痂形成 **1e**. 术后 10 个月胫腓骨正侧位 X 线片示搬运间隙矿化,对合端不愈合,行外固定架拆除、自体髂骨植骨、LCP 外固定术 **1f**. 术中向断端注射富血小板血浆 **1g**. 术后肢体外观照 **1h**. 锁定加压钢板外固定术后正侧位 X 线片 **1i**. 锁定加压钢板外固定术后 6 个月正侧位 X 线片示对合端模糊,周围可见骨痂生长

**Fig.1** A 39-year-old male patient with osteomyelitis of right tibia **1a**. Preoperative AP and lateral X-rays showed the lower part of tibia was sclerotic, uneven density, bony defect on the end of fracture, bony callus could be seen **1b**. AP and lateral X-rays after debridement, bone transport and antibiotic loaded artificial bone graft showed the length of bone defect was 7 cm **1c**. Postoperative AP and lateral X-rays at 3 months showed bone transport segment meet to distal contact **1d**. Postoperative AP and lateral X-rays at 7 months showed bone transport gap changed like cloud and mist, and local mineralization was good, angulation deformity was 12° between bone defect and distal and proximal side, no bright shadow and callus was seen on the docking site **1e**. Postoperative AP and lateral X-rays at 10 months showed transport gap was mineralization and docking site was nonunion, and external fixator removal, LCP external fixation was changed, autogenous iliac bone graft at docking site were performed **1f**. Platelet rich plasma was injected into nonunion gap during the operation **1g**. The appearance of the leg after operation **1h**. AP and lateral X-rays after LCP external fixation **1i**. AP and lateral X-rays after LCP external fixation for 6 months showed the docking site was vague, and obvious callus growth was found

**4.1.3 局部软组织下陷嵌顿** 节段性骨缺损部位的局部皮肤因下方空虚,无骨性结构支撑,在搬运过程中受到外固定架向心性的缓慢挤压,钢针不能垂直切割,继而引起皮肤卷曲,出现下陷,并在对合端之间嵌顿形成皱褶,阻碍对合端的愈合。对此有学者<sup>[6]</sup>建议积极手术处理,切开下陷的皮肤,或采用缝

线将塌陷的皮肤悬吊在外固定架上,但该方法尚值得商榷。因为下陷的皮肤组织位于原骨髓炎病灶,且有部分患者曾行皮瓣移植修复创面,局部软组织条件相对差,瘢痕多,以手术切开的方法可能会加重缺血引起局部皮肤坏死,或诱发感染复发。而单纯以缝线悬吊,可能会因缝线的切割作用而最终导致失效。

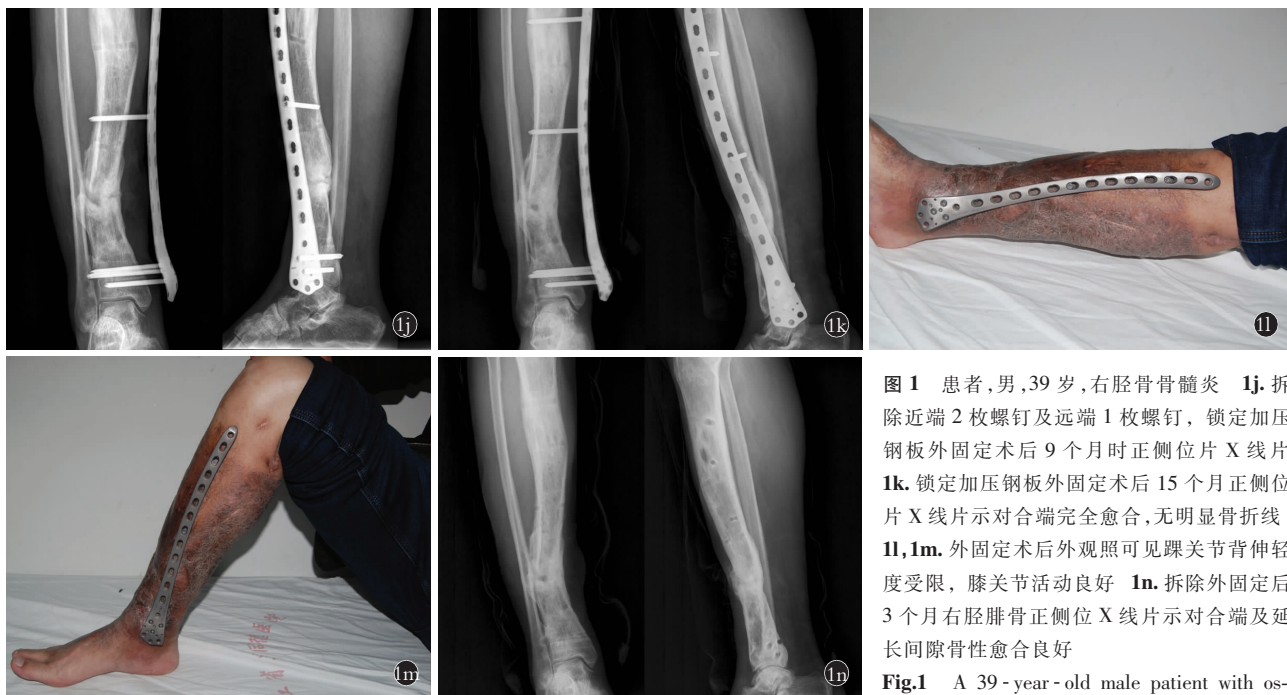


图 1 患者,男,39 岁,右胫骨骨髓炎 1j. 拆除近端 2 枚螺钉及远端 1 枚螺钉,锁定加压钢板外固定术后 9 个月时正侧位片 X 线片 1k. 锁定加压钢板外固定术后 15 个月正侧位片 X 线片示对合端完全愈合,无明显骨折线 1l, 1m. 外固定术后外观照可见踝关节背伸轻度受限,膝关节活动良好 1n. 拆除外固定后 3 个月右胫腓骨正侧位 X 线片示对合端及延长间隙骨性愈合良好

Fig. 1 A 39-year-old male patient with osteomyelitis of right tibia 1j. Two screws on

proximal and 1 screw on distal were removed, AP and lateral X-rays after LCP external fixation for 9 months 1k. AP and lateral X-rays at 15 months after LCP external fixation showed the docking site was union without fracture line 1l, 1m. The appearance of leg showed ankle dorsiflexion was slightly limited and knee joint was good 1n. AP and lateral X-rays after removal of the external fixation for 3 months showed docking site and transport gap were both union

本组 3 例出现软组织嵌顿,均以 1 mm 克氏针横行穿过下陷嵌顿的皮肤组织深面,并在克氏针两端以橡皮筋悬吊在外固定架上,利用弹性悬吊的张力,使下陷的软组织逐渐恢复到正常位置,待骨搬移到位,对合端愈合后,再经皮拔除克氏针。此方法操作简单,能够在不影响力线及骨搬移效果的前提下解决软组织下陷的问题。但由于有光滑克氏针的存在,有增加局部钉道感染发生的可能,因此需加强局部护理。

#### 4.2 搬移间隙矿化成骨不良

发生搬移间隙成骨矿化不良的原因包括截骨时的热损伤破坏血供、搬移骨块长度过短以及局部骨膜损伤等问题。目前的截骨方式选择仍然存在争议<sup>[11-12]</sup>,考虑剥离骨膜造成对局部血运的影响以及电锯截骨引起的热损伤,推荐骨膜外线锯截骨。实验及临床研究表明<sup>[10-13]</sup>,适宜的延长速度(每日每 4~6 次 1 mm)、肢体轴线负重、“手风琴技术”以及外固定装置“动力化”对改善搬移间隙骨愈合有积极作用。对于骨搬移到位但矿化不佳的患者采用上述各方法,尤其是对搬移间隙进行反复牵拉与压缩的“手风琴技术”,最终可自然达到局部骨质的矿化和愈合。

4.2.1 外固定架拆除时机选择 本组 38 例 EFI 为 1.7~2.7 个月/cm,较国内外文献报道<sup>[2,14-15]</sup>的 1.0~2.6 个月/cm 相对较长,其原因可能来自于对搬移间隙骨性愈合标准<sup>[14]</sup>及外固定架的拆除时机的选择评

判的差异。目前拆除外固定支架的影像学标准<sup>[14]</sup>是:CT 证实对合端骨性愈合,同时延长的新生骨正侧位 X 线片可见 3~4 层连续的皮质。但近年来报道<sup>[16]</sup>如果仅从上述标准来判断拆除外固定支架的时机,拆除外固定后搬移间隙新生骨变弯、骨折和对合端骨折发生率达 19%。结合本组病例,虽然 EFI 高于相关文献报道,但仍然存在 10.6%(4/38)的再骨折发生率,对于搬移间隙骨性愈合标准的把握及外固定架的拆除时机的选择,依然是骨搬运治疗中所面临的主要问题之一。

4.2.2 搬移间隙骨折 骨搬移治疗终末期甚至拆除外固定架之后发生对合端或搬移间隙骨折无疑是灾难性的。搬移间隙骨性结构病理结果显示,搬移间隙确为具有分化能力的新生骨组织,但仍含有增生的纤维组织,说明骨组织的矿化并不充分。虽然搬移间隙骨愈合强度的恢复时间随搬移幅度的增加相应延长<sup>[17]</sup>,但结合本组发生骨折的 5 例情况,其带架时间 10~25 个月(平均 16.8 个月),EFI 为 1.8~2.6 个月/cm,平均 2.4 个月/cm,远较国内外报道<sup>[2,14-15]</sup>的 1.0~2.6 个月/cm,平均 1.8~1.9 个月/cm 延长。由此可见,单纯靠延长外固定时间无法达到改善骨强度的目的。此外,外固定装置“动力化”<sup>[13]</sup>虽有助于搬移间隙的骨愈合,但也不可操之过急,本组中惟一 1 例尚未拆除外固定架即发生延长间隙骨折者,即是在

逐步动力化的阶段发生的。5 例骨折患者均无直接暴力致伤,且发生骨折的部位均位于搬移间隙的两端,骨性愈合强度不足的同时伴随此处的应力集中,也是骨折发生的因素之一。

一旦发生骨折,为避免长期固定造成的关节功能障碍,应尽早实施积极的手术治疗。胫骨骨髓炎行骨搬移的患者通常既往手术次数多,软组织条件差,如行内固定将进一步造成局部软组织损伤并破坏血供,增加组织坏死、感染、骨不连等风险,因此仍推荐使用外固定。笔者采用跨越整个延长间隙的 LCP 外固定,断端自体髂骨植骨,术后坚持负重活动及逐步“动力化”:在达到骨折临床愈合标准后,逐步增加负重,鼓励弃拐独立行走,逐一拆除固定螺钉,逐步增加局部应力刺激以促进骨愈合。最终拆除钢板后,均未再发生骨折。

综上所述,虽然骨搬移技术可以有效解决传统手术方法难以处理的慢性骨髓炎伴节段性骨缺损的临床难题,但不可否认其并发症多且发生率高,尤其在骨愈合方面的并发症在一定程度上限制了其临床应用并且影响最终的临床疗效。以上是笔者的一些经验以及可行的解决方法,由于本研究回为回顾性研究,且样本数量有限,故相关结论尚有待于进一步的研究论证。

#### 参考文献

- [1] Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures[J]. J Trauma, 1984, 24(8): 742-746.
- [2] Paley D, Catagni MA, Argnani F et al. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss[J]. Clin Orthop Relat Res, 1989, (241): 146-165.
- [3] El-Alfy B, El-Mowafi H, El-Moghazy N. Distraction osteogenesis in management of composite bone and soft tissue defects[J]. Int Orthop, 2010, 34: 115-118.
- [4] Lacobellis C, Berizzi A, Aldegheri R. Bone transport using the Ilizarov method: a review of complications in 100 consecutive cases[J]. Strategies Trauma Limb Reconstr, 2010, 5: 17-22.
- [5] 柴明祥, 臧建成, 吴天昊, 等. 胫骨骨搬运后对合端不愈合的原因与治疗[J]. 中华创伤骨科杂志, 2013, 15(10): 840-844.  
CHAI MX, ZANG JC, WU TH, et al. Causes and management of bone nonunion at the docking sites after bone transport[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2013, 15(10): 840-844. Chinese.
- [6] 张朕, 黄雷, 徐鹏武, 等. 骨搬移术治疗慢性骨髓炎致下肢长骨骨缺损的并发症分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2015, 30(8): 839-842.  
ZHANG Z, HUANG L, XU PW, et al. Complications of transport

- distraction osteogenesis to treat massive leg long bone defects of chronic osteomyelitis[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi, 2015, 30(8): 839-842. Chinese.
- [7] Paley D, Maar DC. Ilizarov bone transport treatment for tibial defects[J]. J Orthop Trauma, 2000, 14: 76-85.
- [8] El-Rosasy MA. Acute shortening and re-lengthening in the management of bone and soft-tissue loss in complicated fractures of the tibia[J]. J Bone Joint Surg Br, 2007, 89: 80-88.
- [9] Oh CW, Song HR, Roh JY, et al. Bone transport over an intramedullary nail for reconstruction of long bone defects in tibia[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2008, 128(8): 801-808.
- [10] 郭志民, 上官天丞, 张萌, 等. 骨搬移治疗胫骨骨缺损相关并发症的防治[J]. 中国骨伤, 2016, 29(8): 756-760.  
GUO ZM, SHNANGUAN TC, ZHANG M, et al. Prevention and treatment of the related complications of tibial fractures bone defect by bone transport[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(8): 756-760. Chinese with abstract in English.
- [11] 林炳远, 郭峭峰, 黄凯, 等. 外固定支架骨转移技术治疗股骨干骨髓炎大段骨缺损[J]. 中国骨伤, 2015, 28(9): 850-853.  
LIN BY, GUO QF, HUANG K, et al. Treatment of osteomyelitis and bone defect of femoral shaft by external fixation and bone transport[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(9): 850-853. Chinese with abstract in English.
- [12] 任志勇, 徐潭潭, 王辉. 胫骨远近端骨膜外截骨延长修复胫骨缺损的临床 X 线研究[J]. 实用手外科杂志, 2014, 28(3): 247-258.  
REN ZY, XU TT, WANG H. The clinical imaging study of osteogenic in tibial metaphysis of periosteal osteotomy by external fixation[J]. Shi Yong Shou Wai Ke Za Zhi, 2014, 28(3): 247-258. Chinese.
- [13] Sala F, Thabet AM, Castelli F, et al. Bone transport for postinfectious segmental tibial bone defects with a combined ilizarov/taylor spatial frame technique[J]. J Orthop Trauma, 2011, 25: 162-168.
- [14] 滕星, 黄雷, 杨胜松, 等. 应用混合式外固定支架骨搬运技术治疗胫骨干骺端骨缺损[J]. 中华创伤骨科杂志, 2013, 15(10): 834-839.  
TENG X, HUANG L, YANG SS, et al. Management of bone defects at tibial metaphysis by bone transport technique with linear-circular hybrid external fixators[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2013, 15(10): 834-839. Chinese.
- [15] Sen C, Eralp L, Gunes T, et al. An alternative method for the treatment of nonunion of the tibia with bone loss[J]. J Bone Joint Surg Br, 2006, 88: 783-789.
- [16] Lovisetti G, Sala F, Miller AN, et al. Clinical reliability of closed techniques and comparison with open strategies to achieve union at the docking site[J]. Int Orthop, 2012, 36: 817-825.
- [17] Gulabi D, Eedem M, Cecen GS, et al. Ilizarov fixator combined with an intramedullary nail for tibial nonunions with bone loss: is it effective[J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472(12): 3892-3901.  
(收稿日期: 2017-11-20 本文编辑: 李宜)